

**DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA
EMPRESA SUPRAPAK S.A**

MARLON RAMÍREZ BASTIDAS

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2008**

**DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA
EMPRESA SUPRAPAK S.A**

MARLON RAMÍREZ BASTIDAS

Pasantía para optar al título de Ingeniero Industrial

**Director
JAIRO LOZANO
Ingeniero industrial**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2008**

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniero Industrial

Ing. JAIRO A LOZANO

Director

Ing. JUAN CARLOS OTERO

Jurado

Santiago de Cali, 19 de febrero de 2008

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN	11
1. DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA SUPRAPAK S.A	12
2. PARTICIPANTES	13
3. ANTECEDENTES	14
3.1. RESEÑA DE LA EMPRESA	14
3.2. VISIÓN	15
3.3. MISIÓN	15
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
5. JUSTIFICACION	18
6. OBJETIVOS	19
6.1. OBJETIVO GENERAL	19
6.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	19
7. MARCO TEÓRICO	20
7.1. MEJORAMIENTO CONTINUO	20
7.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MEJORAMIENTO CONTINUO	21
7.2.1. Ventajas.	21
7.2.2. Desventajas.	22

7.3. PASOS PARA EL MEJORAMIENTO CONTINUO	22
7.4. PRODUCTIVIDAD	23
7.4.1. Factores internos y externos que afectan la productividad.	24
7.4.2. Conexión entre rentabilidad y utilidad.	25
7.5. COSTOS	26
7.5.1. Elementos del costo	29
7.5.2. Sistemas de costos	30
8. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	32
8.1. EXTRUSIÓN	32
8.1.1. Materias Primas y Suministros	34
8.2. IMPRESIÓN FLEXOGRAFICA	38
8.3. PROCESO DE TERMINADO	39
9. DESARROLLO METODOLÓGICO	41
9.1. RESULTADOS DE LA AUDITORIA DE DATOS	41
9.2. ANÁLISIS DE DESPERDICIO TOTAL	42
9.3. DETERMINACION DE AREAS PARETO	44
9.4. DETERMINACION DE MÁQUINAS PARETO	48
9.5. ANÁLISIS DE MÁQUINAS PARETO	53
9.5.1. Máquina extrusora 15	54
9.5.2. Máquina impresora ibirama 3	55
9.5.3. Slitter	56

9.6. PROGRAMA DE CULTURIZACIÓN	56
9.7. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO	57
10. CONCLUSIONES	60
BIBLIOGRAFÍA	62

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Conexión entre rentabilidad y utilidad	26
Tabla 2. Desperdicio total	42
Tabla 3. Desperdicio de proceso	43
Tabla 4. Desperdicio de costos de no calidad	43
Tabla 5. Desperdicio de proceso de extrusión, impresión, y slitter	46
Tabla 6. Desperdicio de proceso de pegado y rebobine, corte y selle, y preformado	46
Tabla 7. Desperdicio de proceso de rebobine mecánico, y mezclas	47
Tabla 8. Diagrama de pareto: desperdicio de proceso	47
Tabla 9. Desperdicio de proceso por maquina en extrusión (kg)	49
Tabla 10. Diagrama de pareto: Desperdicio de proceso por maquina en extrusión	49
Tabla 11. Desperdicio de proceso por maquina en impresión (kg)	51
Tabla 12. Diagrama de torta: Desperdicio de proceso por maquina en impresión	51
Tabla 13. Desperdicio de proceso por maquina en slitter (kg)	53
Tabla 14. Desperdicio de proceso por maquina en slitter	53

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Grafico 1. Diagrama de pareto de áreas	48
Grafico 2. Diagrama de pareto de extrusión	50
Grafico 3. Diagrama de torta de impresión	52

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Modelo de mejoramiento Suprapak s.a.	17
Figura 2. Extrusora parte 1	33
Figura 3. Extrusora parte 2	33
Figura 4. Esquema de impresora flexografica	39

RESUMEN

La pasantía realizada demuestra como la aplicación de herramientas de análisis e investigativas, mejoran los índices de productividad de las compañías.

Suprapak s.a es una empresa que carecía de procedimientos, instructivos, orden y poseía un mal manejo de la información, por lo tanto no era totalmente confiable en el momento de analizar datos. Para ello se implemento un sistema de auditorías periódicas en donde se revisaban las bases de datos de la empresa y los reportes de los operarios.

Los niveles de desperdicios nos indican que tan organizadas se encuentran las compañías, cuando una empresa está muy por encima de los estándares del mercado, quiere decir que es una empresa que posee problemas con la maquinaria, los operarios y las materias primas, además son empresas que tienden a desaparecer por los altos costos generados por los desperdicios.

Suprapak s.a es una compañía que está atravesando por un proceso de mejoramiento continuo, dado a esto uno de sus principales indicadores es el nivel de desperdicio, por ello debía conocer la información 100% confiable y así poder implementar las acciones necesarias para disminuir dicho indicador. Con la utilización de diagramas de pareto se llego a conocer las áreas y las maquinas que generan los mayores desperdicios, luego de un análisis de dichos equipos se conocieron las principales causas.

Con el inicio de un programa de mantenimiento productivo total y un plan de capacitación de todos los operarios de la compañía, se espera que los desperdicios generados disminuyan, además la eficiencia de las maquinas aumentan.

Para sobrevivir a un mercado cada vez más exigente y competitivo es necesario que las empresas posean una cultura clara acerca de los desperdicios, de orden, de salud y de bienestar para sus empleados.

INTRODUCCIÓN

Actualmente con la globalización los mercados tienden a ser más competitivos y debido a eso los estándares de calidad se han vuelto mucho más exigentes. En una era donde el medio ambiente y el recurso humano es lo más importante en las compañías, todavía existen muchas empresas que están en el proceso de certificación de la calidad, con el fin de elevar los niveles de satisfacción de los clientes y minimizar los desperdicios.

El recurso humano es un factor importante con el que cuenta la empresa ya que sus operarios tienen un gran sentido de pertenencia, y es un recurso que hay que explotar más ya que es importante crear una cultura de mejoramiento continuo.

La generación de doce toneladas promedio por mes de desperdicio ha llevado a la empresa a realizar acciones correctivas que se verán desarrolladas en el transcurso del presente proyecto.

1. DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA SUPRAPAK S.A

El título de la pasantía fue elegido para dar a solución a la necesidad que posee la compañía de reducir costos innecesarios y ser más productivos en el área de producción.

2. PARTICIPANTES

El proyecto será presentado por el alumno MARLON RAMIREZ BASTIDAS. El Director Académico del proyecto asignado por la universidad es el Ingeniero Industrial JAIRO A. LOZANO M., M.Sc. Los Asesores externos del proyecto en la empresa son, el Ingeniero Mecánico JORGE E. CASAÑAS Jefe de Mantenimiento y Producción, Ingeniero Industrial LUIS OMAR CATAÑO Asesor del Proceso de Mejoramiento Continuo

3. ANTECEDENTES

3.1. RESEÑA DE LA EMPRESA

Desde su funcionamiento en 1968, SUPRAPAK S.A. ha sido una empresa de capital 100% colombiano, dedicada a la producción de empaques y complementos de empaque termoencogibles.

La producción de bolsas plásticas para uso en el hogar fue el punto de partida de un proceso que hoy incluye formulación y elaboración de compuestos de PVC para la fabricación de todos los empaques que SUPRAPAK S.A. ofrece al mercado, se cuenta con equipos versátiles de extrusión, impresión, corte, selle, terminado y un personal calificado, que conforma el área de diseño garantizando un producto de alta calidad.

La capacidad de innovación de la organización ha permitido llegar a producir y comercializar bandas de seguridad termoencogibles, etiquetas termoencogibles, fundas termoencogibles. La continua investigación en tecnologías de producción de empaques genera nuevos productos y aplicaciones que son la base del crecimiento de SUPRAPAK S.A.

SUPRAPAK S.A. está localizada en un área de 8.100 m² en la zona industrial de Yumbo, cerca de Cali, en donde se producen y distribuyen empaques y complementos de empaques termoencogibles personalizados.

La Empresa ha venido renovando y adicionando equipos, capacitando su recurso humano y llevando a cabo proyectos de Innovación y Desarrollo Tecnológico, que le han permitido establecer un mejoramiento continuo en sus productos y procesos, dar confianza al cliente con respecto a la satisfacción de sus requerimientos.

SUPRAPAK S.A. posee en la actualidad dos oficinas en las principales ciudades del país en Bogotá y en Medellín en las cuales se desarrollan actividades de comercialización de los productos SUPRAPAK S.A., además cuenta con representaciones en el Salvador y Puerto Rico, clientes en el exterior; en Venezuela, Estados Unidos, Ecuador, Perú, República Dominicana, Panamá, Guatemala, Alemania y Salvador, entre otros.

Por todo lo anterior, SUPRAPAK S.A. Conserva un fuerte liderazgo ya que es la única empresa del país que brinda sus productos termoencogibles de forma personalizada y que a partir de Marzo del 2002 basa su trabajo en un Sistema de Gestión de Calidad basado en las Normas ISO: 9001.

3.2. VISION

Suprapak en los próximos cuatro años lograra su estabilidad financiera y se posicionara en el mercado nacional e internacional como el proveedor de empaques termoencogibles altamente personalizados que ofrece la mejor calidad y tiempos de entrega.

3.3. MISIÓN

Promover a Suprapak como proveedor confiable de empaques termoencogibles (para cosméticos) altamente personalizados e incrementar los márgenes de rentabilidad a través de un plan de mejoramiento continuo.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

SUPRAPAK S.A. posee en sus procesos desperdicios en promedio de 12 toneladas mensuales por un valor de \$ 93.000.000, los cuales la empresa no ha podido disminuir ni controlar. Este se encuentra fraccionado en: desperdicio de proceso y costos de no calidad.

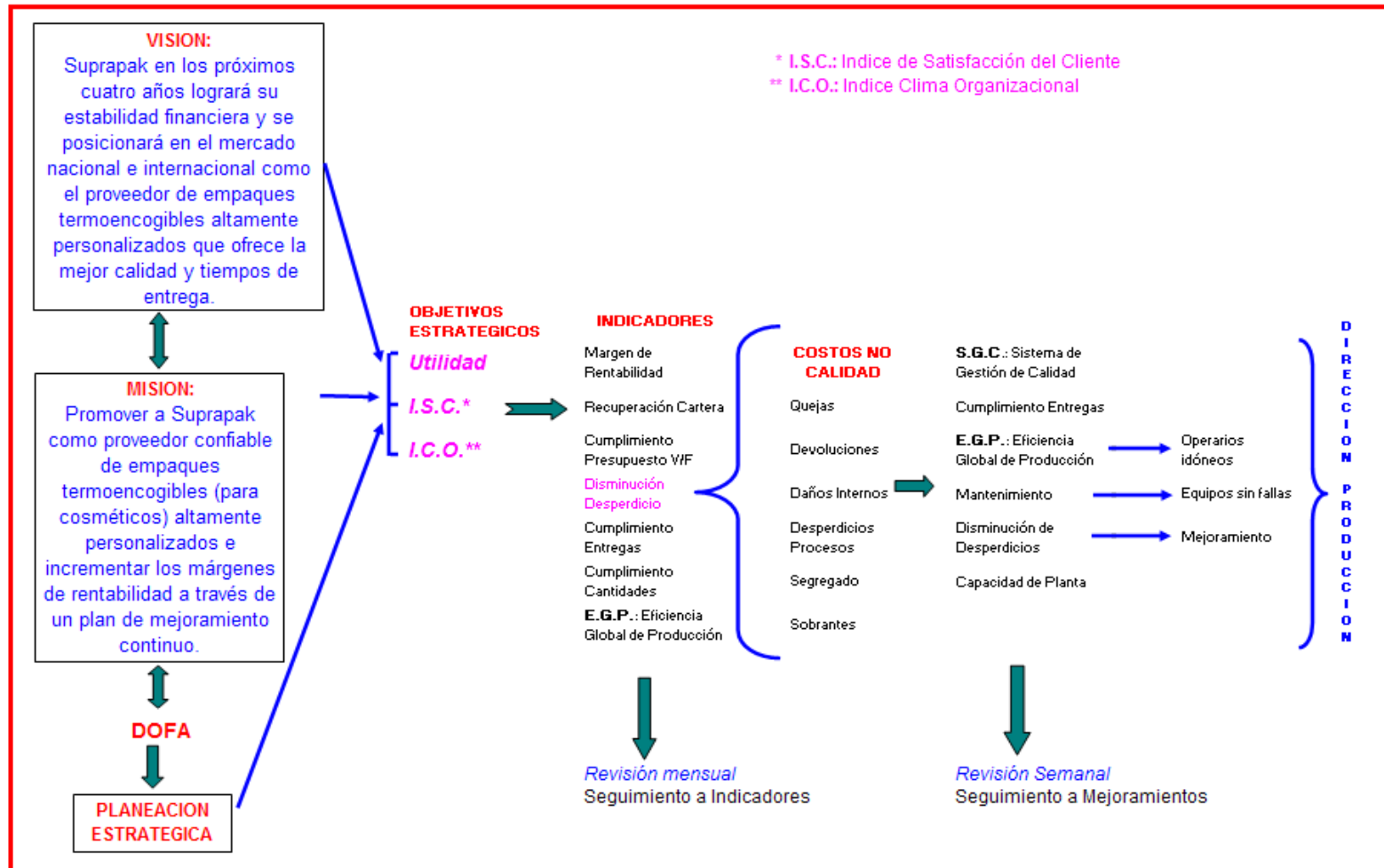
Estos niveles de desperdicio influyen directamente en el consumo de materia prima y suministros, ya que elevan los gastos mensuales promedio, a un valor de \$ 400.000.000.

La aplicación de un modelo de mejoramiento en la empresa ha determinado que la dirección de producción debe estar enfocada a tres metas principales las cuales son poseer operarios idóneos, los equipos sin fallas y el mejoramiento de los procesos. Este ultimo basado en la disminución de desperdicio por eso la empresa se ha empeñado en adquirir una persona que solo trabaje en ello.

Suprapak s.a. desea implementar herramientas y métodos que le ayuden a: eliminar operaciones que no le agreguen valor al producto, obtener niveles mínimos de desperdicio, disminuir los tiempos de entrega, eliminar los costos de no calidad, y aumentar la capacidad en planta.

Con la aplicación de los métodos adecuados, se espera convertir a Suprapak en una empresa altamente rentable, competitiva y con clientes satisfechos.

Figura 1. Modelo de mejoramiento Suprapak s.a.



5. JUSTIFICACION

SUPRAPAK S.A. Es una empresa en concordato y por ello se debe cuidar de no generar desperdicios tan elevados ya que este influye en el estado financiero de la empresa, generando así una pérdida de \$ 93.000.000 promedio mensuales.

Existen otros gastos que se ven afectados por los niveles elevados de desperdicio, como es el costo de almacenar inventario, horas extras, energía, fletes y transporte. Es decir obteniendo el control y disminución de desperdicio, la compañía lograría un mejoramiento global y un ahorro de dinero significativo.

Unos de los más importantes objetivos que maneja la empresa es el índice de satisfacción al cliente, el cual es medido por el cumplimiento de entregas y el desperdicio de no calidad que se genera cuando hay devoluciones, quejas y reclamos. La empresa desea cumplir este objetivo, y para ello debe tener el indicador de cumplimiento de entregas al nivel del mercado, de 3 a 4 semanas. Ya que por plazos de entrega de 7 a 8 semanas, y productos defectuosos que le llegan al cliente ha perdido su imagen y credibilidad. SUPRAPAK es reconocido por la calidad de sus productos y desea también ser reconocido por tener plazos de entrega cortos y cero productos defectuosos, ya que los clientes lo exigen.

La empresa contaba con la certificación ISO 9001-98 pero dado a una crisis económica no continuo pagándola. De ahí la empresa entro en una época donde todo lo que habían logrado obtener se fue desvaneciendo poco a poco. Dado que el mercado es cada vez es más exigente la empresa ha entrando en un proceso de normalización y estandarización el cual exige el mejoramiento de los procesos, la disminución de desperdicios y la reducción de costos.

6. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

Disminuir el desperdicio que se genera en los principales procesos claves del área de producción con el fin de minimizar los costos de producción.

6.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar una auditoría de datos para verificar la confiabilidad de los mismos.
- Determinar cuál es el área o las áreas que están generando más desperdicio.
- Identificar el volumen y los costos que están generando los desperdicios a la empresa.
- Identificar las maquinas que generan más desperdicio y averiguar cuáles son las principales causas.
- Plantear soluciones viables que conlleven a la disminución de los desperdicios.
- Realizar una campaña de culturización acerca del desperdicio enfocada principalmente a los operarios.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. MEJORAMIENTO CONTINUO

El mejoramiento continuo es una estrategia de cambio permanente dirigida a satisfacer las necesidades de los clientes. Aunque no existen criterios universales para identificar una empresa de este tipo, hay algunos valores que las caracterizan:

- **Orientación hacia el cliente.** Métodos, procesos y procedimientos son diseñados para que satisfagan tanto interna como externamente las necesidades de los clientes.
- **Liderazgo.** El equipo de la alta gerencia entiende completamente el proceso de calidad, participa del entrenamiento y soporta la estrategia a través de palabras y hechos conjuntamente. Demuestran el interés con resultados y acciones concretas.
- **Participación total.** Todos en la empresa reciben entrenamiento en el tema de la calidad, así como otros relacionados. Desde la alta dirección hasta los niveles operativos se tiene la perspectiva, objetivos y herramientas / técnicas necesarias para mejorar la competitividad en términos de calidad, servicio, tiempo de entrega y costo.
- **Sistema de reconocimiento.** Existe un sistema implantado que reconoce la calidad para asegurar apoyo continuo sobre el esfuerzo, general. Los reconocimientos pocas veces son económicos.
- **Prevención, no detección.** La calidad es diseñada dentro de un producto o servicio, de tal forma que los errores desaparezcan, evitando su ocurrencia posterior¹.

¹ QUESADA, Gilberto. Apuntes para el mejoramiento continuo [en línea]. San José: Grupo Kaizen S.A., 2007. [consultado 18 de Agosto de 2007]. Disponible en internet: http://www.grupokaizen.com/mck/Apuntes_sobre_proceso_Mejoramiento_Continuo_Kaizen.doc

- **Tiempo de duración reducido.** Existe un esfuerzo constante para reducir los tiempos de ciclo de los distintos procesos que se dan dentro de la empresa, especialmente aquellos que tienen relación directa con el servicio o bien entregado a los clientes. Se sigue la máxima de: " Sí no puede hacerse mejor, hágalo más rápido".

- **Administración por hechos.** Los directores, gerentes y jefes utilizan retroalimentación basada en datos para medir el progreso. La objetividad es una característica fundamental en la toma de decisiones. La medición es factor crítico desarrollado en todos los niveles dentro de la empresa.

- **Enfoque en el largo plazo.** Hay un constante monitoreo del ambiente externo con el fin de responder a la pregunta:
¿Qué nivel de servicio o calidad debe tener que ser provisto a los clientes en los próximos 12 a 36 meses, y cuáles son las estrategias para alcanzar este objetivo?

- **Desarrollo de relaciones corporativas.** La organización promueve la cooperación con los clientes y proveedores, para desarrollar un sistema que ayude a manejar la calidad y reducir los costos.

- **Responsabilidad pública.** La empresa está orientada a compartir información relacionada con la calidad entre otras, trabajando para reducir impactos negativos en la comunidad, eliminando la generación de desperdicios y otros elementos que puedan generar contaminación².

7.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MEJORAMIENTO CONTINUO

7.2.1. Ventajas.

- Se concentra el esfuerzo en ámbitos organizativos y de procedimientos puntuales.
- Consiguen mejoras en un corto plazo y resultados visibles.

² *Ibíd.*, p. 20.

- Si existe reducción de productos defectuosos, trae como consecuencia una reducción en los costos, como resultado de un consumo menor de materias primas.
- Incrementa la productividad y dirige a la organización hacia la competitividad, lo cual es de vital importancia para las actuales organizaciones.
- Contribuye a la adaptación de los procesos a los avances tecnológicos.
- Permite eliminar procesos repetitivos.

7.2.2. Desventajas.

- Cuando el mejoramiento se concentra en un área específica de la organización, se pierde la perspectiva de la interdependencia que existe entre todos los miembros de la empresa.
- Requiere de un cambio en toda la organización, ya que para obtener el éxito es necesaria la participación de todos los integrantes de la organización y a todo nivel.
- En vista de que los gerentes en la pequeña y mediana empresa son muy conservadores, el Mejoramiento Continuo se hace un proceso muy largo.
- Hay que hacer inversiones importantes.

7.3. PASOS PARA EL MEJORAMIENTO CONTINUO

Según María A. Díaz, los siete pasos del proceso de mejoramiento son:

- ❖ Selección de los problemas (oportunidades de mejora).
- ❖ Cuantificación y subdivisión del problema.

- ❖ Análisis de las causas, raíces específicas.
- ❖ Establecimiento de los niveles de desempeño exigidos (metas de mejoramiento).
- ❖ Definición y programación de soluciones.
- ❖ Implantación de soluciones.
- ❖ Acciones de Garantía³.

7.4. PRODUCTIVIDAD

Productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.

Productividad en términos de empleados es sinónimo de rendimiento. En un enfoque sistemático decimos que algo o alguien es productivo con una cantidad de recursos (Insumos) en un periodo de tiempo dado se obtiene el máximo de productos. La productividad en las máquinas y equipos está dada como parte de sus características técnicas. No así con el recurso humano o los trabajadores. Deben de considerarse factores que influyen⁴.

Además de la relación de cantidad producida por recursos utilizados, en la productividad entran a juego otros aspectos muy importantes como:

³ DIAZ, María A. Mejoramiento Continuo [en línea]. Ushuaia: Monografias.Com, 2007. [consultado el 18 de Agosto de 2007]. Disponible en Internet :

<http://www.monografias.com/trabajos/mejorcont/mejorcont.shtml>

⁴ JIMÉNEZ, Jeannette. Productividad [en línea]. Ushuaia: Monografias.Com, 2007. [consultado el 18 de Agosto de 2007] Disponible en Internet:

<http://www.monografias.com/trabajos6/prod/prod.shtml>

- **Calidad:** La calidad es la velocidad a la cual los bienes y servicios se producen especialmente por unidad de labor o trabajo.
- **Productividad** = Salida/ Entradas
- **Entradas:** Mano de Obra, Materia prima, Maquinaria, Energía, Capital.
- **Salidas:** Productos.
- **Productividad** = Misma entrada, salida más grande.
- **Productividad** = Entrada más pequeña, misma salida.
- **Productividad** = Incrementar salida, disminuir entrada.
- **Productividad** = Incrementar salida más rápido que la entrada.
- **Productividad** = Disminuir la salida en forma menor que la entrada.

7.4.1. Factores internos y externos que afectan la productividad.

✓ Factores Internos.

Terrenos, edificios, materiales, energía, máquinas, equipos y el recurso humano⁵.

⁵ JIMÉNEZ, Op. Cit., p. 23.

✓ **Factores Externos.**

Disponibilidad de materiales o materias primas, mano de obra calificada, políticas estatales relativas a tributación y aranceles, infraestructura existente, disponibilidad de capital e intereses y medidas de ajuste aplicadas⁶.

✓ **Empleados felices son empleados productivos.**

Un empleado con una actitud positiva disfruta del trabajo que hace y se siente valorado y reconocido por sus aportaciones” dijo Henning. “Un empleado que es complaciente y no disfruta realmente de su trabajo, pero está simplemente por un cheque, a menudo no produce a un gran nivel, desarrolla una mala actitud y generalmente reduce el nivel del equipo⁷.

7.4.2. Conexión entre rentabilidad y utilidad. En la tabla siguiente se explican los diferentes casos que enmarcan la conexión entre rentabilidad y utilidad.

⁶ JIMÉNEZ, Op. Cit., p. 23.

⁷ 5 factores que afectan a la productividad de tus empleados [en línea]. Vigo: Apuntesgestion.com, 2007. [Consultado el 18 de agosto de 2007]. Disponible en internet: <http://www.apuntesgestion.com/2007/06/24/5-factores-que-afectan-a-la-productividad-de-tus-empleados/>

Tabla 1. Conexión entre rentabilidad y utilidad

Caso	Si		Entonces	
	Productividad	Rentabilidad	Qué podría pasar	Qué debería hacerse
1	Alta	Alta	Situación financiera es sólida y estable	Mantener o continuar el mejoramiento de la productividad
2	Baja	Alta	La alta rentabilidad podría no ser sostenible en el largo plazo	Mejorar la productividad
3	Alta	Baja	La compañía se verá prontamente operando a pérdida y cerca del cierre	Mejorar la rentabilidad a través de estrategias de mercado, investigación de mercados, publicidad y promociones y políticas de precio.
4	Baja	Baja	Cierre/bancarrota	Mejorar productividad y desarrollar y fortalecer los mercados

Fuente: SHIMIZU, Masayoshi. Medición de la productividad del valor agregado y sus aplicaciones Prácticas [en línea]. Santiago de Cali: Centro Nacional de Productividad, 2007. [Consultado el 18 de Agosto de 2007]. Disponible en internet: www.cnp.org.co/docs/shimizu.zip

7.5. COSTOS

El costo es un recurso que se sacrifica o al que se renuncia para alcanzar un objetivo específico.

El costo de producción es el valor del conjunto de bienes y esfuerzos en que se ha incurrido o se va a incurrir, que deben consumir los centros fabriles para obtener un producto terminado, en condiciones de ser entregado al sector comercial.

Entre los objetivos y funciones de la determinación de costos, encontramos los siguientes:

- ♦ Servir de base para fijar precios de venta y para establecer políticas de comercialización.

- ♦ Facilitar la toma de decisiones.

- ♦ Permitir la valuación de inventarios.

- ♦ Controlar la eficiencia de las operaciones.

- ♦ Contribuir a planeamiento, control y gestión de la empresa.

- **Los costos pueden ser clasificados según los períodos de contabilidad.**

- **costos corrientes.** Aquellos en que se incurre durante el ciclo de producción al cual se asignan (ej.: fuerza motriz, jornales).

- **costos previstos.** Incorporan los cargos a los costos con anticipación al momento en que efectivamente se realiza el pago (ej.: cargas sociales periódicas).

- **costos diferidos.** Erogaciones que se efectúan en forma diferida 9ej.: seguros, alquileres, depreciaciones, etc.).

- **Según la función que desempeñan.** Indican cómo se desglosan por función las cuentas Producción en Proceso y Departamentos de Servicios, de manera que posibiliten la obtención de costos unitarios precisos:

- **costos industriales⁸.**

⁸ Ivnisky, Marina. Introducción a la teoría de costos [en línea]. Ushuaia: Monografias.Com, 2007. [Consultado el 18 de Agosto de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.monografias.com/trabajos4/costos/costos.shtml>

➤ **costos comerciales.**

➤ **costos financieros.**

▪ **Según la forma de imputación a las unidades de producto.**

➤ **costos directos.** Aquellos cuya incidencia monetaria en un producto o en una orden de trabajo puede establecerse con precisión (materia prima, jornales, etc.)

➤ **costos indirectos.** Aquellos que no pueden asignarse con precisión; por lo tanto se necesita una base de prorrateo (seguros, lubricantes).

▪ **Según el tipo de variabilidad.**

➤ **costos variables.** El total cambio en relación a los cambios en un factor de costos.

➤ **costos fijos.** No cambian a pesar de los cambios en un factor de costo.

➤ **costos semifijos**

Factor de costo: Base de distribución para la asignación de costos, según sea el objeto de costos.

Costo unitario o promedio: Surge de dividir el costo total por un número de unidades⁹.

⁹ Ibíd., p. 27.

- **Terminología**

Productos en Proceso. Es la producción incompleta; los materiales que estén sólo parcialmente convertidos en productos terminados que puede haber en cualquier momento.

Costos. Representan una porción del precio de adquisición de artículos, propiedades o servicios, que ha sido diferida o que todavía no se ha aplicado a la realización de ingresos.

Gastos. Son costos que se han aplicado contra el ingreso de un período determinado.

Pérdidas. Reducciones en la participación de la empresa por las que no se ha recibido ningún valor compensatorio, sin incluir los retiros de capital.

7.5.1. Elementos del costo.

Los tres elementos del costo de fabricación son:

Materias primas: Todos aquellos elementos físicos que es imprescindible consumir durante el proceso de elaboración de un producto, de sus accesorios y de su envase.

Esto con la condición de que el consumo del insumo debe guardar relación proporcional con la cantidad de unidades producidas.

Mano de obra directa: Valor del trabajo realizado por los operarios que contribuyen al proceso productivo.

Carga fabril: Son todos los costos en que necesita incurrir un centro para el logro de sus fines; costos que, salvo casos de excepción, son de asignación indirecta, por lo tanto precisa de bases de distribución¹⁰.

¹⁰ Ibíd., p. 27.

La suma de las materias primas y la mano de obra directa constituyen el **costo primo**.

La combinación de la mano de obra directa y la carga fabril constituye el **costo de conversión**, llamado así porque es el costo de convertir las materias primas en productos terminados.

7.5.2. Sistemas de costos.

Un sistema de costos es un conjunto de procedimientos y técnicas para calcular el costo de las distintas actividades.

➤ **Según el tratamiento de los costos fijos.**

♦ **Costeo por absorción.** Todos los costos de fabricación se incluyen en el costo del producto, así como se excluyen todos los costos que no son de fabricación. La característica básica de este sistema es la distinción que se hace entre el producto y los costos del período, es decir los costos que son de fabricación y los que no lo son.

♦ **Costeo variable.** Los costos de fabricación se asignan a los productos fabricados. La principal distinción bajo este sistema es la que existe entre los costos fijos y los variables. Los costos variables son los únicos en que se incurre de manera directa en la fabricación de un producto. Los costos fijos representan la capacidad para producir o vender, e independientemente del hecho de que se fabriquen o no los productos y se lleven al período, no se inventarían. Los costos de fabricación fijos totales permanecen constantes a cualquier volumen de producción. Los costos variables totales aumentan en proporción directa con los cambios que ocurren en la producción. La cantidad y presentación de las utilidades varía bajo los dos métodos. Si se utiliza el método de costeo variable, los costos variables deben deducirse de las ventas, puesto que los mismos son costos en los que normalmente no se incurriría si no se produjeran los artículos¹¹.

¹¹ Ibíd., p. 27.

➤ **Según la forma de concentración de los costos.**

- **Costeo por órdenes.** Se emplea cuando se fabrica de acuerdo a pedidos especiales de los clientes.
- **Costeo por procesos.** Se utiliza cuando la producción es repetitiva y diversificada, aunque los artículos son bastante uniformes entre sí.

➤ **Según el método de costeo.**

- **Costeo histórico o resultante:** Primero se consume y luego se determinan el costo en virtud de los insumos reales. Puede utilizarse tanto en costos por órdenes como en costos por procesos.
- **Costeo predeterminado:** Los costos se calculan de acuerdo con consumos estimados. Dentro de estos costos predeterminados podemos identificar 2 sistemas:
- **Costeo estimado o presupuesto:** sólo se aplica cuando se trabaja por órdenes. Son costos que se fijan de acuerdo con experiencias anteriores. Su objetivo básico es la fijación de precios de venta.
- **Costeo estándar:** Se aplica en caso de trabajos por procesos. Los costos estándares pueden tener base científica (si se pretende medir la eficiencia operativa) o empírica (si su objetivo es la fijación de precios de venta). En ambos casos las variaciones se consideran ineficiencias y se saldan por ganancias y pérdidas¹².

¹² Ibíd., p. 27.

8. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

8.1. EXTRUSIÓN

Existen varias técnicas para la fabricación de películas de plástico, la mayoría de ellas basadas en la extrusión de una resina a través de una abertura con forma predefinida, y entre estas se encuentra el moldeo por soplado.

El proceso de película soplada utiliza una extrusora equipado con un cabezal de salida circular por el que es extruida una resina plástica para formar una especie de tubo que después constituirá el producto final. Un extrusor típico consta de un mecanismo de transmisión y potencia, de un cilindro, de un tornillo y de los apropiados controles de presión temperatura y velocidad. En el proceso se usan resinas de alto peso molecular debido a que mantienen la forma extruida durante el enfriamiento pero antes de utilizarlas deben prepararse mediante el mezclado de diversos aditivos que le dan características que desea impartirse al producto final o que ayudan a su procesamiento adecuado.

Un extrusor funde, comprime, mezcla y bombea el material plástico a la sección de formado. La sección de formado es usualmente un cabezal con una boquilla de salida que da al material fundido la forma que se desea obtener mediante un proceso continuo, como son: hojas, tubos, perfiles y otros.

Un motor ya sea de velocidad variable o fija, hace dar vueltas a un tornillo dentro de un cilindro calentado eléctricamente por medio de resistencias. El material plástico es alimentado por gravedad en una tolva a través de una abertura en el cilindro. El plástico es transportado por el tornillo y absorbe calor, tanto del cilindro, como del esfuerzo friccionante. Conforme el plástico se va fundiendo, el canal del tornillo se va estrechando, lo que incrementa la presión interna forzando al material a salir por la boquilla. Una vez que el material fundido tiene la forma básica deseada se pasa a la sección de formado final¹³.

¹³ Descripción del Proceso (Películas de PVC) [en línea] Ciudad de México: Empaques Plásticos de México S.A de C.V., 2006. [Consultado el 10 de Octubre de 2007]. Disponible en internet: <http://www.empaquesplasticos.com.mx/epmwbp1d.htm>

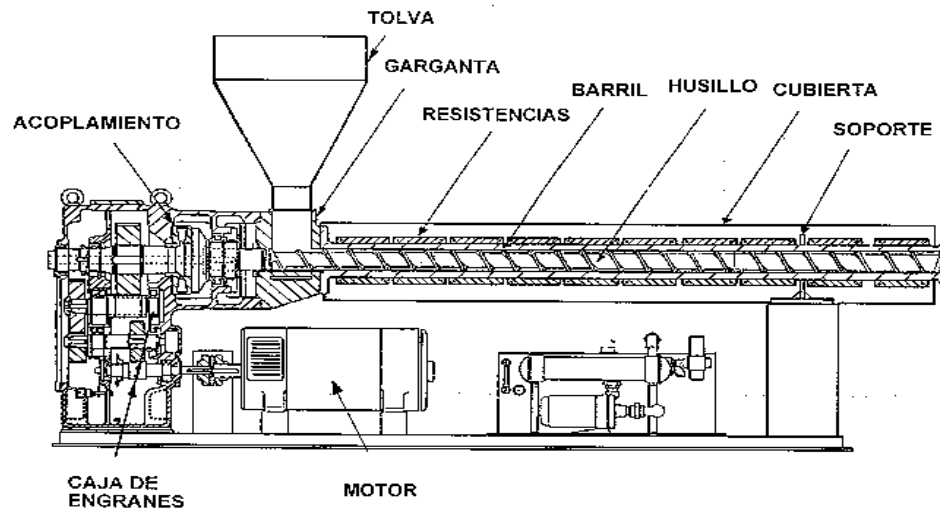
En el proceso de película soplada, conforme la resina es extruida a través del orificio circular, aire es introducido por el cabezal para inflar el material plástico para formar algo similar a una gran burbuja.

La formación de la burbuja estira y adelgaza el material fundido hasta alcanzar la medida y el espesor deseados.

Conforme el plástico se enfría, se endurece y después de un enfriado suficiente, la burbuja es colapsada entre dos rodillos y embobinada en forma de rollo. Esta forma de producto es normalmente conocida como película tubular. Pero pasos subsecuentes pueden cortar el rollo a lo largo para dar lugar a películas planas. Todo el proceso se realiza de manera continua¹⁴.

En Suprapak s.a. existen dos diseños de máquinas extrusoras, horizontales y verticales. Las otras operaciones auxiliares en el proceso de fabricación de películas son: La preparación inicial del material, en la cual se mezclan las proporciones adecuadas de compuestos, aditivos, material recuperado o pigmentos que requieren cada tipo diferente de resina o producto.

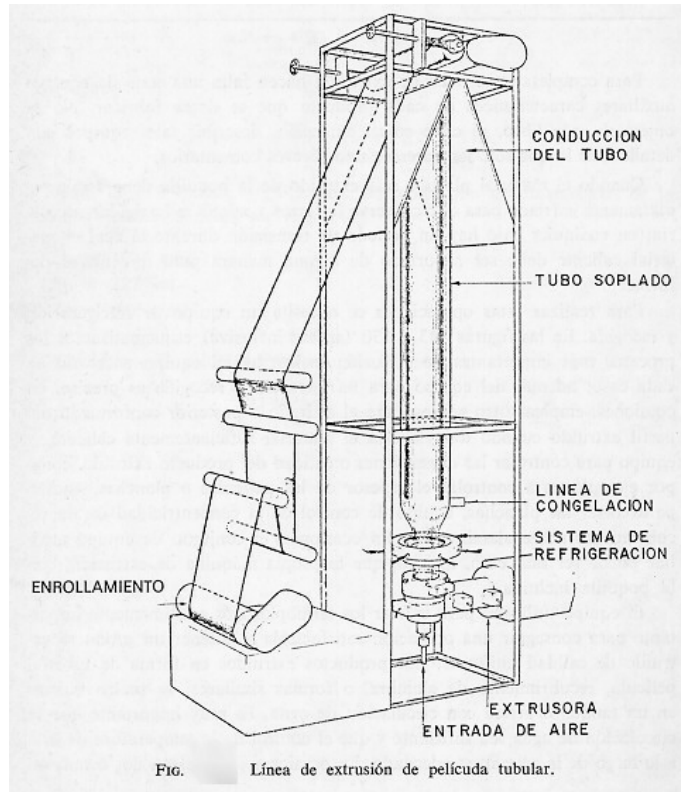
Figura 2. Extrusora parte 1



Fuente: Descripción del Proceso (Películas de PVC) [en línea] Ciudad de México: Empaques Plásticos de México S.A de C.V., 2006. [Consultado el 10 de Octubre de 2007]. Disponible en internet: <http://www.empaquesplasticos.com.mx/epmwbp1d.htm>

¹⁴ Ibíd., p. 32.

Figura 3. Extrusora parte 2



Fuente: Descripción del Proceso (Películas de PVC) [en línea] Ciudad de México: Empaques Plásticos de México S.A de C.V., 2006. [Consultado el 10 de Octubre de 2007]. Disponible en internet: <http://www.empaquesplasticos.com.mx/epmwp1d.htm>

8.1.1. Materias Primas y Suministros.

En la manufactura de películas de plástico se usan muchos tipos de resinas termoplásticas, casi siempre polímeros de alto peso molecular que permitan obtener resistencia en caliente. El polietileno de baja densidad, el polietileno de alta densidad, el PVC, y actualmente el polipropileno constituyen la mayor parte del volumen en este campo. Otros materiales menos comunes son la resina K, el poliestireno, poliésteres, etc. Debido a su bajo costo, a la facilidad de procesamiento, a su nula toxicidad y buena resistencia química y física, además de ser innecesario utilizar maquinaria sofisticada o formulaciones especiales, las poliolefinas (polietilenos, polipropilenos, etc.) son las de más amplio uso, y mediante el uso de equipo especialmente modificado las películas de PVC son las que les siguen en importancia. Estos materiales son

proporcionados por compañías petroquímicas que mediante diversos procesos químicos los obtienen generalmente a partir del petróleo y lo surten preferentemente en forma de pellets o gránulos y polvo¹⁵.

PVC. Es el producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo a Policloruro de vinilo. Los distintos métodos de fabricación dan lugar a distintos polímeros de PVC con propiedades peculiares:

- **PVC-E (PVC de emulsión).** Puede contener hasta un 2.5% de emulsionante y un 0.7% de productos inorgánicos. Los emulsionantes mejoran la lubricación durante la transformación, pero perjudican la transparencia y el aislamiento eléctrico, dando un carácter hidrófilo al material.

- **PVC -S (PVC de suspensión, polímeros perla).** Contiene menos del 0.1% de ceniza de sulfato. Idóneo para tipos transparentes y de gran calidad eléctrica; estable térmicamente; menor absorción de agua que el PVC-E.

- **PCV-M (PVC de masa).** Se polimeriza por precipitación y contiene menos del 0.01% de cenizas de sulfato. Son productos de gran pureza y calidad, con gran transparencia.

Propiedades generales. Termoplásticos polares, amorfos en su mayor parte, sus propiedades dependen del grado medio de polimerización (medido como valor K según norma DIN 53726, ver apdo. 58.1.3). Si aumenta el valor K, aumenta también la resistencia mecánica, la resistencia a la deformación por calor y la estabilidad a largo plazo, pero aumentan también las dificultades de transformación. Dificilmente inflamable, desprende humos espesos.

Las propiedades del PVC y su transformación se mejoran con la incorporación de aditivos, tales como estabilizadores, lubricantes, colorantes, etc. El resultado de la mezcla se llama compound¹⁶.

PVC-P (PVC plastificado). Con un 20 – 50% de plastificante. Principales plastificantes:

¹⁵ Ibíd., p. 32.

¹⁶ HELLERICH, Walter. Guía de materiales plástico: propiedades ensayos y parámetros. Barcelona: Hanser, 1992. p.49. 50. 52

- Esteres de ácidos polibásicos con alcoholes monovalentes, por ejemplo el plastificante estándar es el DOP (ftalato de dioctilo)

- Plastificantes poliméricos, destinados por lo general a pastas.

La densidad es de $1.20 - 1.35 \text{ g/cm}^3$. Las propiedades mecánicas dependen en gran manera del tipo y porcentaje de plastificante y cargas. En general la diferenciación se realiza con la dureza Shore A¹⁷.

Para lograr obtener un determinado producto, adicionalmente a las resinas base es necesario añadir otras sustancias auxiliares que ayudan a procesar el material o a mejorar sus propiedades. Entre los diferentes tipos de aditivos que se utilizan para elaborar las formulaciones están:

Plastificantes. Son líquidos de baja temperatura de ebullición que se agregan a los polímeros para mejorar su flexibilidad, extensibilidad y procesabilidad. Actúan como separadores de las cadenas de polímero, reduciendo las atracciones intermoleculares y promoviendo así una mayor movilidad.

Estabilizadores Térmicos. Son sustancias que permiten controlar la extremada susceptibilidad a la degradación de los polímeros permitiendo de esta forma su procesamiento. Tienen además la finalidad de neutralizar y reaccionar con el ácido clorhídrico que se genera por degradación de la resina, previniendo la decoloración del compuesto durante el proceso de transformación. Debe de ser: receptor de ácido clorhídrico. Los productos que se formen con él deben ser insolubles, inodoros y resistentes al agua. No presentar problemas de compatibilidad. Ser absorbedor de luz ultravioleta. Ser no tóxico y usarse en pequeñas cantidades.

Lubricantes. Mejoran la procesabilidad de los polímeros reduciendo la fricción entre las partículas del material y retrasando la fusión del mismo. Reducen además la viscosidad del fundido promoviendo el buen flujo del material. Evitan que el polímero caliente se pegue a las superficies del equipo de procesamiento y mejoran el acabado superficial del producto¹⁸.

¹⁷ HELLERICH, Walter. Guía de materiales plástico: propiedades ensayos y parámetros. Barcelona: Hanser, 1992. p. 53

¹⁸ Ibíd., p. 32.

Cargas. Las cargas se usan con objeto de reducir costos, impartir opacidad y modificar ciertas propiedades finales, como la resistencia a la abrasión, al rasgado, etc. Los materiales empleados son generalmente productos inertes, inorgánicos y minerales; entre ellos destaca el carbonato de calcio y silicatos, como la arcilla, caolín, talco y asbesto. El carbonato de calcio es el más ampliamente usado, mientras que el asbesto se usa principalmente en la producción de loseta vinil-asbesto.

Pigmentos. Los pigmentos se usan principalmente como objeto decorativo. Se utilizan pigmentos metálicos de aluminio, cobre, oro y bronce y otros metálicos combinados, como organo-metálicos de Cd, Cu, Ba, etc. También, se emplean colorantes con el mismo objetivo. Sin embargo, los colores como el blanco y el negro son más empleados en exteriores, por sus propiedades de reflexión y absorción de la luz.

Ayudas de proceso. Estos materiales se usan principalmente en la formulación de compuestos rígidos. Como su nombre lo indica, ayudan al proceso en forma similar a un lubricante interno. En general son acrílicos que hacen el procesado más suave, dando un mejor acabado y una fusión más rápida y temprana, pero aumentando la viscosidad de la fusión.

Modificador de impacto. Se emplea para aumentar la resistencia al impacto de los compuestos rígidos, creando una interfase, donde el elastómero entre la resina actúa como absorbedor de choque en el proceso de absorción y disipación de energía. Es muy importante darle un trabajo apropiado al compuesto formulado para lograr una buena dispersión, pues de otra forma el producto no tendrá las propiedades deseadas. También, se emplean los modificadores de impacto en los compuestos flexibles con objeto de que éstos puedan retener los grabados efectuados por operaciones de post-formado. Los materiales empleados como modificadores de impacto pueden ser el ABS, el polietileno clorado, el acrilato de butadieno, el estireno, los acrílicos, etc¹⁹.

¹⁹ Qué es el PVC [en línea]. Ángel Urraza: Asociación Nacional de la Industria Química, 2006. [consultado el 10 de Octubre de 2007] Disponible en internet: <http://www.aniq.org.mx/provinilo/pvc.asp#>

8.2. IMPRESIÓN FLEXOGRAFICA

La Flexografía es un método directo de impresión rotativa que utiliza planchas elaboradas en sustratos de caucho o fotopolímeros. Las Planchas se pegan a cilindros metálicos de diferente longitud de repite, entintados por un rodillo dosificador conformado por celdas, con o sin cuchilla dosificadora invertida (doctor blade) que lleva una tinta fluida de rápido secamiento a la plancha, para imprimir virtualmente sobre cualquier sustrato absorbente o no-absorbente. Para cada revolución del cilindro de impresión se produce una imagen completa.

Los tres tipos de prensas más comúnmente empleados en la industria Flexografica son el Stack, la impresión en línea, y la impresión de tambor central. Las Planchas para la impresión en flexo pueden ser de caucho vulcanizable o de una variedad de resinas de polímero sensible a la luz U.V.

Las planchas tienen un área en alto relieve que imprime directamente sobre el sustrato con una ligera presión denominada "presión al beso". Las planchas se montan al cilindro de plancha, con una cinta doble-adhesiva, que tiene adhesivo central sobre una tela que recibe el nombre de "stick-back". Debido a que los cilindros de plancha pueden ser removidos de la prensa, las nuevas planchas pueden ser montadas sobre cilindros individuales de plancha, y colocados en una máquina monta-planchas²⁰.

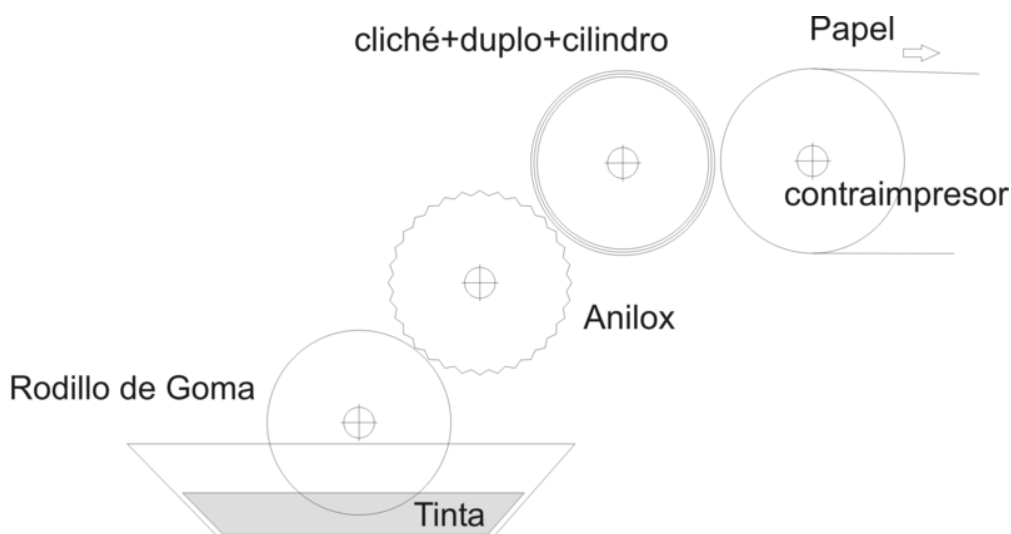
Los calibres más delgados de la película de PVC son también de los más suaves y flexibles, lo que hace que el impresor flexográfico tenga problemas de tensión, registro de color a color y de imagen a imagen, además de problemas con la adhesión de la tinta, sensibilidad al calor y problemas de distorsión de la película o bloque en el rollo embobinado. Los problemas de tensión y registro se minimizan con prensas de tambor central pero, para lograr que una medida se repita con exactitud hay que tener sistemas de control de tensión sofisticados y operarlos con mucho cuidado. Un buen equipo de secado con una muy buena ventilación, tanto el secado entre unidades como en el secado fina, es importante pues no se puede usar temperaturas altas y menos cuando se imprime material termoencogible.

²⁰Qué es la Flexografía [en línea]. Barcelona: Flexografía.Com, 2002. [Consultado el 10 de Octubre de 2007]. Disponible en internet:

<http://www.flexografia.net/portal/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=11>

Todo el solvente se debe evaporar de la película para evitar la distorsión de la película, el repise y emblocamiento del material rembobinado de tal forma que, el volumen del aire y su movimiento es muy importante²¹.

Figura 4. Esquema de impresora flexografica



Fuente: Qué es la Flexografía [en línea]. Barcelona: Flexografía.Com, 2002. [Consultado el 10 de Octubre de 2007]. Disponible en internet:
<http://www.flexografia.net/portal/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=11>

8.3. PROCESO DE TERMINADO

En el proceso de terminado las etiquetas y bandas termoencogibles impresas y no impresas son; pegadas, rebobinadas, cortadas, según los requerimientos de los clientes.

Existe un proceso llamado Slitter el cual en algunas líneas hace de proceso inicial y de intermedio. La función de este proceso es dividir la bobina de PVC en varios rollos, para obtener el ancho de la etiqueta requerida.

²¹ AGUDELO, Carlos R. Flexografía principios y prácticas. 3 ed. Estados Unidos: Flexographic technical association, inc. 1980. p. 234.

Cuando se imprime a varias cabidas, el slitter realiza la función de dividir las para obtener rollos individuales.

9. DESARROLLO METODOLÓGICO

9.1. RESULTADOS DE LA AUDITORIA DE DATOS

La auditoria se realizó con el fin de verificar la confiabilidad de los datos reportados por los operarios y los digitados en las bases de datos del molino y producción. Aleatoriamente se seleccionaron datos de meses anteriores a junio y comparando los reportes de producción, del molino, con las bases de datos se encontró lo siguiente:

Errores de ubicación de datos, es decir los metros estaban en la casilla de kilos y viceversa, errores de digitación de números, por ejemplo: 62.40 por 624.0, diferencia en los kilos totales desperdiciados entre bases de datos y reportes, olvido de los operarios en consignar la información en ambos reportes.

Las acciones que se tomaron para que no vuelvan a suceder estos problemas son las siguientes:

- El mes de junio se revisa totalmente, para que los datos de la base de datos y los reportes sean iguales.
- Revisión diaria de los reportes de producción y del molino.
- De julio en adelante se hace la revisión semanal de las bases de datos.
- Modificación de la base de datos de producción, organización de formulas, cuadros, restricciones, e ingreso de nuevos indicadores.
- Capacitación de la asistente de producción y el asistente del molino.
- Capacitación para los operarios y hacerles saber lo importante de llenar bien los reportes

9.2. ANÁLISIS DE DESPERDICIO TOTAL

Al finalizar el año 2007 con los datos 100% confiables, se observó cual es el volumen, el costo y el tipo de desperdicio durante los últimos seis meses y se realizó un análisis para seleccionar qué tipo de desperdicio se atacaría principalmente.

Los desperdicios en Suprapak s.a. están divididos en dos grandes categorías, desperdicio de proceso y desperdicio de costos de no calidad.

El desperdicio de proceso como su nombre lo indica, es el que se genera en cada máquina en el momento de realizar el producto. Está representado principalmente por el cuadro de la máquina, las fallas mecánicas que afectan el producto, la materia prima, el desperdicio estructural, y la habilidad del operario.

El desperdicio de costos de no calidad son los productos que son rechazados por el área de calidad (no conformes internos), las devoluciones y reclamos de los clientes, el segregado, los sobrantes de material y las muestras. Es causado por mala programación de producción, mala revisión antes de despachar al cliente, pedidos mal diligenciados, la habilidad del operario, mal criterio de los analistas, fallas mecánicas y pedidos urgentes.

El análisis del segundo semestre del año 2007 arrojó los siguientes datos:

Tabla 2. Desperdicio total

MES	PESO (kg)	COSTO
JUNIO	12423,00	\$ 79.885.695,09
JULIO	10855,30	\$ 85.342.398,81
AGOSTO	10522,00	\$ 75.064.172,62
SEPTIEMBRE	9642,52	\$ 84.386.713,84
OCTUBRE	11173,16	\$ 89.859.657,70
NOVIEMBRE	9325,41	\$ 82.357.120,63
DICIEMBRE	6638,35	\$ 54.792.378,26
TOTAL	70579,74	\$ 551.688.136,95
PROMEDIO	10082,82	\$ 78.812.590,99

Tabla 3. Desperdicio de proceso

MES	PESO (kg)	COSTO
JUNIO	8786,00	\$60.022.689,09
JULIO	9478,30	\$62.826.779,81
AGOSTO	8123,00	\$52.548.553,62
SEPTIEMBRE	8018,39	\$52.579.946,45
OCTUBRE	7902,16	\$51.621.255,70
NOVIEMBRE	6205,41	\$48.095.699,63
DICIEMBRE	5610,35	\$40.464.764,26
TOTAL	54123,61	\$ 368.159.688,56
PROMEDIO	7731,94	\$ 52.594.241,22

Tabla 4. Desperdicio de costos de no calidad

MES	PESO (kg)	COSTO
JUNIO	3637,00	\$19.863.006,00
JULIO	1377,00	\$22.515.619,00
AGOSTO	2399,00	\$22.515.619,00
SEPTIEMBRE	1624,13	\$31.806.767,39
OCTUBRE	3271,00	\$38.238.402,00
NOVIEMBRE	3120,00	\$34.261.421,00
DICIEMBRE	1028,00	\$14.327.614,00
TOTAL	16456,13	\$ 183.528.448,39
PROMEDIO	2350,88	\$ 26.218.349,77

El 76.68% de los kilos desperdiciados son de proceso, que representan el 66.73% del dinero que está desperdiciando la compañía.

Atacando el desperdicio de proceso, indirectamente se estaría atacando los costos de no calidad, ya que las acciones que se tomen deben ser para una mejor y eficiente producción y una excelente calidad del producto.

9.3. DETERMINACION DE AREAS PARETO

Conociendo el tipo de desperdicio a trabajar, se analizó el comportamiento del volumen y costo de desperdicio por áreas y se realizó un diagrama de pareto para seleccionar las áreas que generan mayor desperdicio.

El diagrama de pareto es una herramienta que se utiliza para priorizar los problemas o las causas que los generan.

Se recomienda el uso del diagrama de Pareto:

- Para identificar oportunidades para mejorar.
- Para identificar un producto o servicio para el análisis de mejora de la calidad.
- Para analizar las diferentes agrupaciones de datos.
- Al buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones
- Cuando los datos puedan clasificarse en categorías.
- Cuando el rango de cada categoría es importante.
- Para comunicar fácilmente a otros miembros de la organización las conclusiones sobre causas, efectos y costes de los errores²².

²² ROVIRA, Cesar. Diagrama de pareto [en línea]. Argentina: El Prisma, 2008. [Consultado el 3 de Enero de 2008]. Disponible en Internet:

http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/diagramadepareto/

Los propósitos generales del diagrama de Pareto:

- Analizar las causas.
- Estudiar los resultados.
- Planear una mejora continua.

Es una herramienta sencilla pero poderosa al permitir identificar visualmente en una sola revisión las minorías de características vitales a las que es importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción de mejora sin malgastar esfuerzos ya que con el análisis descartamos las mayorías triviales.

Algunos ejemplos de tales minorías vitales serían:

- La minoría de clientes que representen la mayoría de las ventas.
- La minoría de productos, procesos, o características de la calidad causantes del grueso de desperdicio.
- La minoría de rechazos que representa la mayoría de quejas de los clientes.
- La minoría de problemas causantes del grueso del retraso de un proceso.
- La minoría de productos que representan la mayoría de las ganancias obtenidas.

- La minoría de elementos que representan la mayor parte del costo de un inventario etc²³.

El comportamiento de desperdicio de proceso en las diferentes áreas durante los últimos seis meses del año 2007 es el siguiente:

Tabla 5. Desperdicio de proceso de extrusión, impresión, y slitter

MES	EXTRUSION		IMPRESIÓN		SLITTER	
	PESO (kg)	VALOR	PESO (kg)	VALOR	PESO (kg)	VALOR
JUNIO	2728,41	\$ 12.442.340,84	2209,00	\$17.672.846,68	1084,00	\$8.672.415,48
JULIO	2803,7	\$ 13.395.041,23	2073,30	\$15.602.856,94	1578,43	\$11.878.655,99
AGOSTO	2729,25	\$ 12.119.234,63	1688,00	\$12.836.685,42	1090,92	\$8.296.088,19
SEPTIEMBRE	2371,62	\$ 10.525.652,74	1401,00	\$10.542.821,23	1476,88	\$11.113.834,27
OCTUBRE	1937,3	\$ 8.571.149,26	1896,28	\$ 14.686.699,41	1143,63	\$8.102.161,10
NOVIEMBRE	997,46	\$4.590.141,35	1985,09	\$16.485.366,81	1104,33	\$9.324.697,48
DICIEMBRE	1366,22	\$6.240.892,96	1721,14	\$14.032.459,45	806,11	\$6.502.695,90
TOTAL	14933,96	\$ 67.884.453,01	12973,81	\$ 101.859.735,93	8284,30	\$ 63.890.548,42
PROMEDIO	2133,42	\$ 9.697.779,00	1853,40	\$ 14.551.390,85	1183,47	\$ 9.127.221,20

Tabla 6. Desperdicio de proceso de pegado y rebobine, corte y selle, y preformado

MES	PEGADO Y REBOBINE		CORTE Y SELLE		PREFORMADO	
	PESO (kg)	VALOR	PESO (kg)	VALOR	PESO (kg)	VALOR
JUNIO	1069,00	\$8.552.409,73	1360,00	\$10.880.521,27	52,00	\$416.019,93
JULIO	1109,16	\$8.347.110,79	1544,46	\$11.623.010,86	57,54	\$433.023,87
AGOSTO	1230,21	\$9.355.342,87	1123,97	\$8.547.422,58	59,43	\$451.945,62
SEPTIEMBRE	1155,75	\$8.697.263,12	1366,55	\$10.283.577,70	79,16	\$595.695,74
OCTUBRE	1114,85	\$7.898.266,31	1543,29	\$10.933.592,33	73,93	\$523.766,70
NOVIEMBRE	941,57	\$7.950.391,10	1068,66	\$9.023.508,56	40,75	\$344.083,22
DICIEMBRE	609,72	\$4.918.464,91	1038,86	\$8.380.234,29	15,35	\$123.824,77
TOTAL	7230,26	\$ 55.719.248,84	9045,79	\$ 69.671.867,60	378,16	\$ 2.888.359,84
PROMEDIO	1032,89	\$ 7.959.892,69	1292,26	\$ 9.953.123,94	54,02	\$ 412.622,83

²³ Ibíd., p. 44.

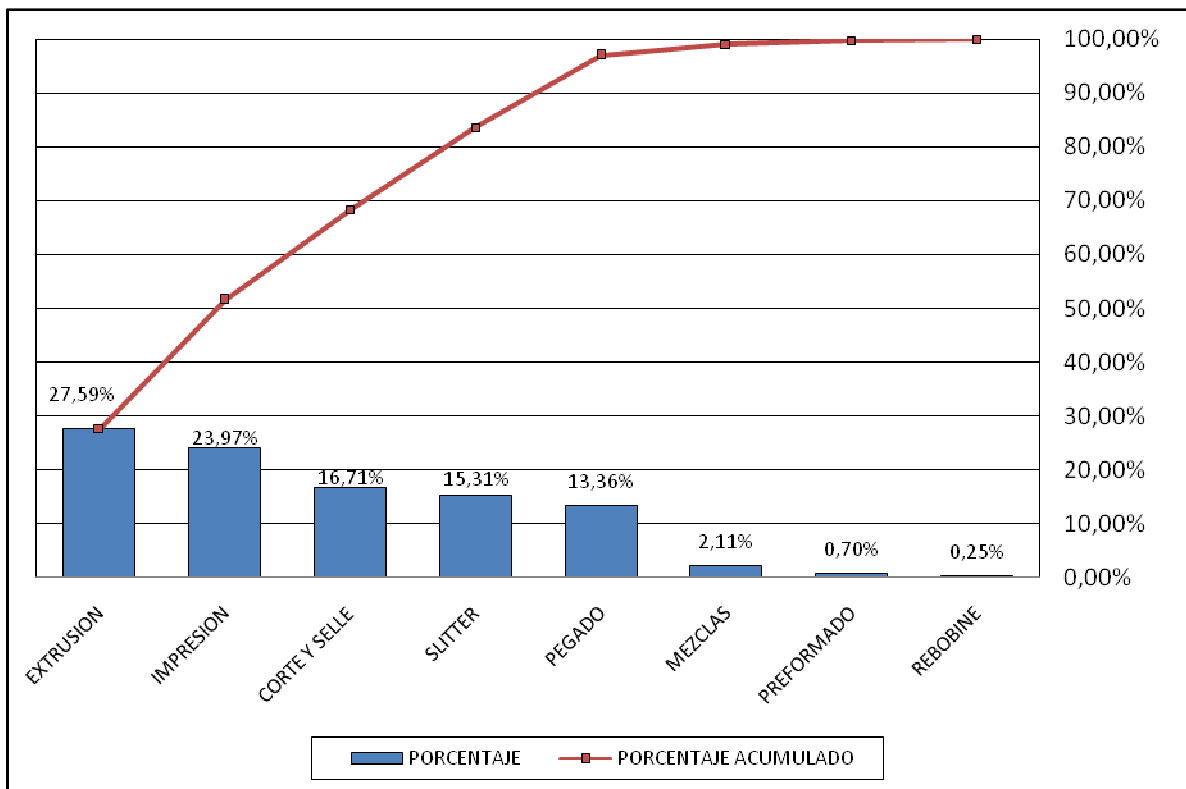
Tabla 7. Desperdicio de proceso de rebobine mecánico, y mezclas

MES	REBOBINE MECANICO		MEZCLAS	
	PESO (kg)	VALOR	PESO (kg)	VALOR
JUNIO	27,00	\$216.010,35	256,59	\$ 1.170.124,81
JULIO	21,05	\$158.414,19	290,66	\$ 1.388.665,94
AGOSTO	15,45	\$117.492,17	185,95	\$ 825.710,97
SEPTIEMBRE	26,30	\$197.913,06	140,67	\$ 624.317,37
OCTUBRE	19,45	\$137.795,47	173,55	\$767.825,12
NOVIEMBRE	17,35	\$146.499,24	50,20	\$231.011,87
DICIEMBRE	6,95	\$56.063,98	46,00	\$210.128,00
TOTAL	133,55	\$ 1.030.188,46	1143,62	\$ 5.217.784,08
PROMEDIO	19,08	\$ 147.169,78	163,37	\$ 745.397,73

Tabla 8. Diagrama de pareto: desperdicio de proceso

AREA	PROMEDIO (kg)	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
EXTRUSION	2133,42	27,59%	27,59%
IMPRESION	1853,40	23,97%	51,56%
CORTE Y SELLE	1292,26	16,71%	68,28%
SLITTER	1183,47	15,31%	83,58%
PEGADO Y REBOBINE	1032,89	13,36%	96,94%
MEZCLAS	163,37	2,11%	99,05%
PREFORMADO	54,02	0,70%	99,75%
REBOBINE MECÁNICO	19,08	0,25%	100,00%
TOTAL	7731,92	100,00%	

Grafico 1. Diagrama de pareto de áreas



Los resultados indican que las áreas de extrusión, impresión y slitter representan el 66,87% del desperdicio. Las áreas de corte y selle, pegado y rebobine, reciben los desperdicios de los procesos anteriores es decir, que si las acciones que se tomen para las área pareto son efectivas el desperdicio del área de terminado se controlaría automáticamente.

El área de slitter es un caso más especial, ya que depende de la planeación de los pedidos y el refile mínimo que se debe dejar en la bobina.

9.4. DETERMINACION DE MÁQUINAS PARETO

Conociendo las áreas pareto, se identificaron las maquinas que generan mayor desperdicio. Los resultados son los siguientes

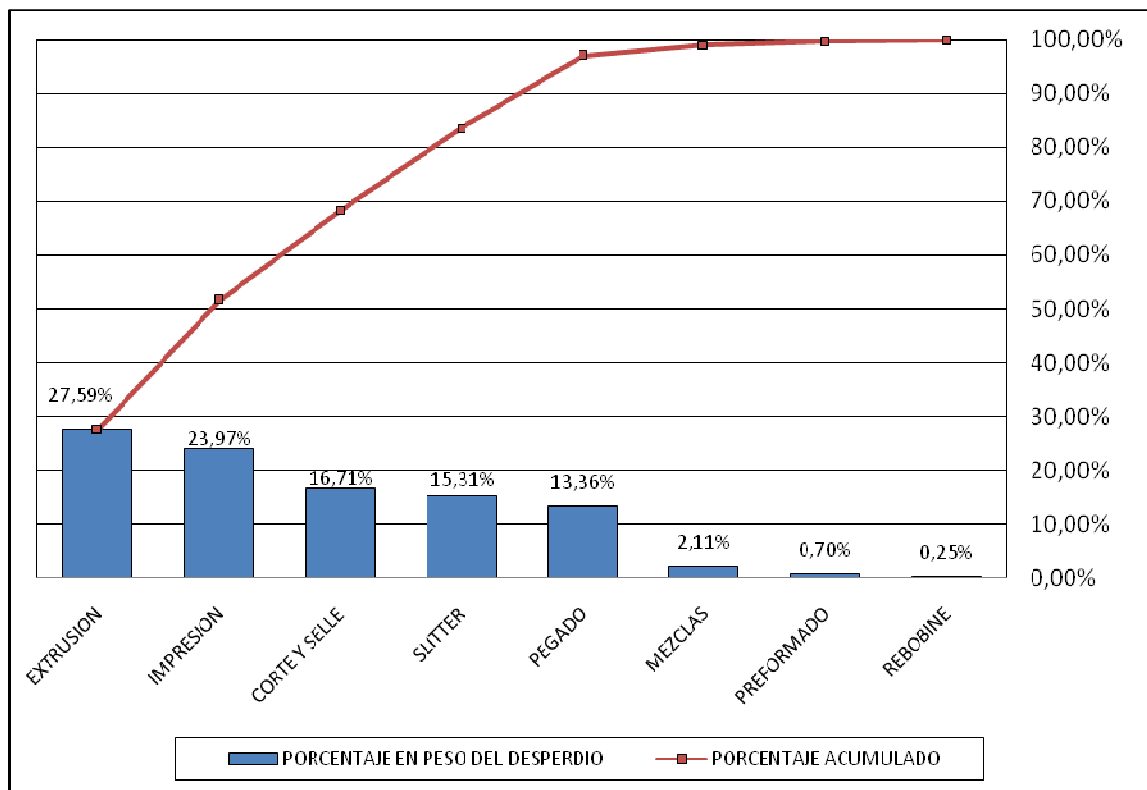
Tabla 9. Desperdicio de proceso por maquina en extrusión (kg)

MES	EXT2	EXT4	EXT7	EXT8	EXT9	EXT11	EXT12	EXT14	EXT15	TOTAL
JUNIO	69,8	35,2	323,11	167,65	624,5	106,8	39,4	61,2	1300,75	2728,41
JULIO	44,5	34,4	336,85	84,8	788,95	192,15	50,1	63,6	1208,35	2803,7
AGOSTO	56,5	31,55	413,2	107,3	594,6	136,65	34,8	83,65	1271	2729,25
SEPTIEMBRE	54,5	16,65	409,2	66,5	601,12	112,6	35,15	64,75	1011,15	2371,62
OCTUBRE	13,15	8,8	278,35	78,4	502,35	130,15	13,7	43,25	869,15	1937,3
NOVIEMBRE	-	43,55	241,3	67	155,4	68,05	-	13,9	408,25	997,45
DICIEMBRE	8,6	28,55	300,75	93,1	-	64,3	-	14,6	856,3	1366,2
TOTAL	247,05	198,7	2302,76	664,75	3266,92	810,7	173,15	344,95	6924,95	14933,93
PROMEDIO	41,18	28,39	328,97	94,96	544,49	115,81	34,63	49,28	989,28	2133,42

Tabla 10. Diagrama de pareto: Desperdicio de proceso por maquina en extrusión

MAQUINA	PROMEDIO (kg)	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
EXT15	989,28	44,42%	44,42%
EXT9	544,49	24,45%	68,87%
EXT7	328,97	14,77%	83,64%
EXT11	115,81	5,20%	88,84%
EXT8	94,96	4,26%	93,11%
EXT14	49,28	2,21%	95,32%
EXT2	41,18	1,85%	97,17%
EXT12	34,63	1,56%	98,73%
EXT4	28,39	1,27%	100,00%
TOTAL	2226,98	100,00%	

Grafico 2. Diagrama de pareto de extrusión



El desperdicio de extrusión está representado en tres maquinas que son las extrusoras 15, 9 y 7. El enfoque se realizara con la extrusora 15 que representa el 44.42% del desperdicio del área. Las acciones que se realicen serán aplicables para las demás.

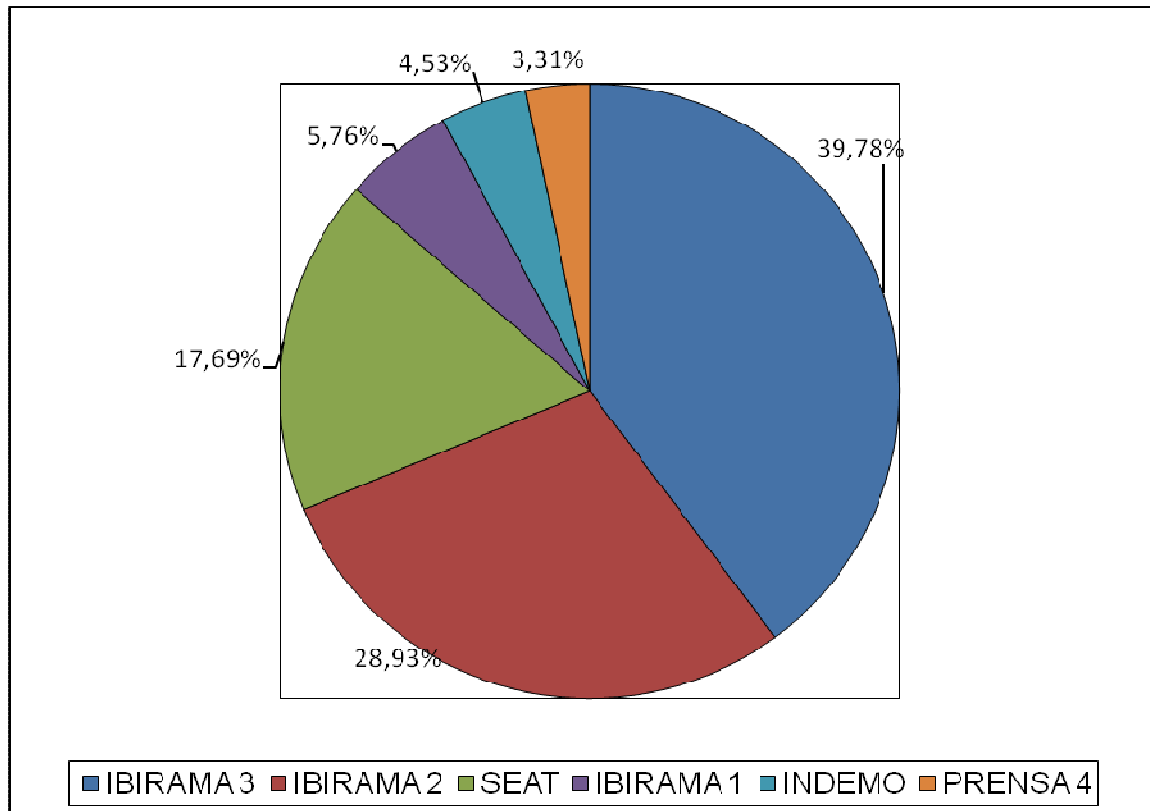
Tabla 11. Desperdicio de proceso por maquina en impresión (kg)

MES	IBIRAMA 3	IBIRAMA 2	IBIRAMA 1	SEAT	INDEMO	PRENSA 4	TOTAL
JUNIO	830,82	555,16	234,85	396,8	129,43	61,5	2208,56
JULIO	809,65	612,75	95,13	398,02	109,15	48,6	2073,3
AGOSTO	656,09	449,24	68,72	334,57	87,81	91,5	1687,93
SEPTIEMBRE	577,05	404,3	96,56	218,97	64,6	40,05	1401,53
OCTUBRE	818,57	434,64	89,14	311,04	58,99	53,2	1765,58
NOVIEMBRE	687,02	668,15	81,67	284,5	45,24	55,1	1821,68
DICIEMBRE	610,27	504,25	56,32	274,28	72,82	65,08	1583,02
TOTAL	4989,47	3628,49	722,39	2218,18	568,04	415,03	12541,6
PROMEDIO	712,78	518,36	103,20	316,88	81,15	59,29	1791,66

Tabla 12. Diagrama de torta: Desperdicio de proceso por maquina en impresión

MAQUINA	PROMEDIO (kg)	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
IBIRAMA 3	712,78	39,78%	39,78%
IBIRAMA 2	518,36	28,93%	68,71%
SEAT	316,88	17,69%	86,40%
IBIRAMA 1	103,20	5,76%	92,16%
INDEMO	81,15	4,53%	96,69%
PRENSA 4	59,29	3,31%	100,00%
TOTAL	1791,66	100,00%	

Grafico 3. Diagrama de torta de impresión



La maquina ibirama 3 será el enfoque en el área de impresión, ya que es la maquina cuello de botella en la compañía y representa el 39.78% del desperdicio del área. Es la maquina que realiza la mayor parte de las policromías (impresión de más de 4 colores) y su programación está entre 7 u 8 semanas, de aquí se desprenden los malos tiempos de entrega a los clientes, sabiendo que los tiempos de entrega del mercado están entre 3 y 4 semanas.

Tabla 13. Desperdicio de proceso por maquina en slitter (kg)

MES	SLITTER 1	SLITTER 2	TOTAL
JUNIO	552,84	531,28	1084,12
JULIO	629,28	949,15	1578,43
AGOSTO	491,26	599,66	1090,92
SEPTIEMBRE	634,93	841,81	1476,74
OCTUBRE	538,7	604,93	1143,63
NOVIEMBRE	579,56	524,74	1104,3
DICIEMBRE	365,24	441,12	806,36
TOTAL	3791,81	4492,69	8284,5
PROMEDIO	541,69	641,81	1183,50

Tabla 14. Desperdicio de proceso por maquina en slitter

MAQUINA	PROMEDIO (kg)	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
SLITTER 2	641,81	54,23%	54,23%
SLITTER 1	541,69	45,77%	100,00%
TOTAL	1183,50	100,00%	

El área de slitter está constituido por dos maquinas, por lo tanto las acciones se realizaran consecutivamente en las maquinas.

9.5. ANÁLISIS DE MÁQUINAS PARETO

Conociendo las máquinas que generan mayor desperdicio se realizó un análisis exhaustivo de ellas, donde se observó la manipulación del operario, el tipo de materia prima que utiliza y el estado en que se encuentra. Con el fin de determinar las principales causas de generación de desperdicios.

9.5.1. Máquina extrusora 15. Máquina que produce película de PVC en lámina y tubular, los anchos de película más comunes son de 300 y 430mm y la producción aproximada es de 8 m/min.

La maquina se encuentra a tres turnos y cada operario tiene una forma diferente de operar la maquina, cabe anotar que solo cuenta con un solo operario con experiencia. El cuadro de la máquina es uno de los mayores generadores de desperdicio, ya que en este momento se le da el calibre, el ancho plano y el encogimiento deseado por el cliente. Cuando un operario no logra cuadrar la maquina y recibe ayuda, de uno con más experiencia que se encuentre en el área, no se interesa por aprender como la hace su compañero. Además La máquina se debe cuadrar cada 8 a 12 horas, o cuando hay urgencias de pedidos se debe suspender lo que está haciendo y cuadrar el nuevo pedido.

Otro foco de desperdicio en la maquina, es la materia prima de mala calidad y por ello no se pueda cuadrar la maquina con las especificaciones requeridas por el cliente.

La extrusora mecánicamente presenta problemas ya que un radiador que se usaba para evitar las venas en el material está dañado y la maquina no está nivelada.

Un problema que manifestaron los operarios es la falta de interés con ellos. Se plantea el caso de un material rechazado por calidad, el cual es enviado al molino. No hay retroalimentación con los operarios, de explicarles que paso con el producto, que hicieron mal, entonces ellos dicen que como van a corregir el error.

✓ **CAUSAS.** La habilidad y la experiencia de los operarios es muy importante en este tipo de maquinas ya que se deben controlar muchas variables a la vez, en el cuadro se pueden presentar problemas de bombeo, descalibre, descuelgue y mal encogimiento. La falta de un programa de capacitación se hace notable, también la ausencia de procedimientos normalizados y estandarizados para el manejo de la maquina.

El cuadro de 8 a 12 horas se debe a que el cabezal, la camisa y el tronillo de la maquina no están cromados, por ello la maquina se quema y se debe bajar, limpiar y cuadrar nuevamente.

La falta de interés por los operarios se ve generada por la desatención de sus superiores y por el estado en que se encuentra la máquina. La falta de un plan de mantenimiento efectivo, sobresale en la extrusora ya que el equipo posee piezas dañadas, y piezas que necesitan tratamiento especial.

La mala programación de pedidos y urgencias es un factor que afecta la máquina, así como la falta de análisis en la recepción de materias primas por parte del departamento técnico.

9.5.2. Máquina impresora ibirama 3. Única máquina en la empresa que imprime policromías, puede imprimir máximo 8 colores, tiene dos tambores centrales donde se ubican en cada uno 4 unidades entintadoras, la producción aproximada es de 25m/min. Las tintas que utiliza son base agua y la película de PVC donde se imprime es importada.

La impresora trabaja a tres turnos por día, con una tripulación de 1 operario y 1 ayudante por turno, posee los operarios con mayor experiencia y habilidad del área. La forma de operar la maquina es similar. El cuadro de la impresora es el mayor generador de desperdicios, ya que se deben registrar bien las tintas, la estructura de las tintas y obtener el color y el tono deseado por el cliente.

Existen pedidos que no se pueden cuadrar por problemas mecánicos de la maquina, como el franjeo que se presenta en el producto final.

Otro factor de generación de desperdicios son las urgencias ya que se deben suspender pedidos a la mitad, cuadrar la urgencia y luego volver a montar el pedido que se bajo. Las aprobaciones por los clientes o los vendedores también es otro foco de desperdicio, dado que la maquina se debe dejar rodando para que las tintas no se sequen. Entre más se demore la aprobación mas genera desperdicio y tiempos muertos.

Existen causas ajenas a la maquina y a los operarios, es el caso del área de prepresas y diseño, un mal montaje de las planchas, los negativos mal copiados o con mugre y errores en el diseño de la etiqueta.

✓ **CAUSAS.** Aunque los operarios sean los de mayor experiencia, no hay un plan de capacitación para mejorar los tiempos de cuadros, también es necesario elaborar los procedimientos de la maquina.

La falta de un plan de mantenimiento para eliminar defectos en el producto final es ausente. Se observa la falta de atención con los equipos de copiado de planchas.

La mala programación y la presión por parte de los vendedores se ve reflejada en las urgencias de pedidos. La ausencia de un procedimiento de aprobación de pedidos y el establecimiento de tiempos límites.

No existe revisión de los montajes de planchas, también hace falta capacitación de personal para revisar negativos y diseños de las etiquetas.

9.5.3. Slitter. El problema en estas maquinas es programar bien el material que va a ser refilado, es optimizar el material y desperdiciar el ancho mínimo posible. Algunas fallas mecánicas y piezas que necesitan remplazo no hacen que el trabajo sea 100% eficiente. Las maquinas trabajan a tres turnos, los operarios son adaptables fácilmente, y el trabajo es realizado de manera uniforme.

9.6. PROGRAMA DE CULTURIZACIÓN

Consecutivamente se realizó un programa de culturización, que inicialmente estaba orientado directamente hacia los operarios, para que ellos aportaran ideas y se comprometieran a generar menos desperdicio.

El programa de culturización cambio de estructura ya que primero se le explicó a los supervisores de área como son calculados los indicadores, de donde se obtienen los datos, para que ellos se lo transmitieran a sus subordinados en varias reuniones semanales, y las ideas aportadas por los operarios en dichas reuniones se analicen y se apliquen rápidamente.

En la modificación de la base de datos se incluyó el desperdicio, y la eficiencia global de producción por operario, para que ellos calificaran a sus operarios y le hicieran seguimiento al desempeño.

Los cuadros que se publican en las carteleras tienen la siguiente información:

- Nombre de los operarios.
- % desperdicio diario.
- % desperdicio acumulado.
- EGP diario.
- EGP acumulado.
- No conformes internos acumulados.
- Reclamos y devoluciones.
- Días sin accidentes.

Así los operarios están informados como se está comportando su equipo a través del mes.

9.7. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO

En una reunión con el gerente general de la empresa, se concluyo que no se iba a analizar el compuesto de materia prima en extrusión, ya que la película importada es más económica.

Al haber conocido las causas de desperdicio y de haber escuchado las ideas de los operarios, se realizó una investigación para la elaboración de propuestas de disminución de desperdicios, atacando inicialmente las maquinas pareto.

Según los resultados obtenidos a lo largo del año, la primera acción que debe tomar la compañía es la de realizar un programa de mantenimiento productivo total, atacando inicialmente las máquinas Pareto y poco a poco abarcando en orden de importancia todos los equipos de la empresa.

El TPM se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Esto incluye "cero accidentes, cero defectos y cero fallos" en todo el ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica en todos los sectores, incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos. Se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos. La obtención de cero pérdidas se logra a través del trabajo de pequeños equipos.

❖ TPM busca:

- Maximizar la eficacia del equipo.
- Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo por toda la vida del equipo.
- Involucrar a todos los departamentos que planean, diseñan, usan, o mantienen equipo, en la implementación de TPM.
- Activamente involucrar a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los trabajadores de piso.
- Promover el TPM a través de motivación con actividades autónomas de pequeños grupos.
- Cero accidentes.
- Cero defectos y Cero averías.

Objetivos estratégicos. El proceso TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costos operativos y conservación del "conocimiento" industrial.

Objetivos operativos. El TPM tiene como propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallos, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada.

Objetivos organizativos. El TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral en el trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí, todo esto, con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato²⁴.

Lo primero que se debe realizar es un diagnostico completo del equipo entre el supervisor de mantenimiento, supervisor de área, mecánico y operario para conocer todas las fallas. Clasificar las fallas de la máquina en críticas, normales y no críticas, luego el costo de mantenimiento de las fallas, para que la gerencia pueda definir con respecto al el presupuesto de mantenimiento, que se debe atender primero. Luego de la aprobación de la gerencia, se realiza un plan de mantenimiento correctivo y preventivo durante el año para las maquinas pareto y para los demás equipos en orden de importancia.

²⁴ PINEDA, Karla. Manufactura Esbelta: Mantenimiento productivo total (TPM) [en línea]. Ushuaia: Monografias.com S.A., 2008. [Consultado el 3 de Enero de 2008]. Disponible en internet: <http://www.monografias.com/trabajos14/manufact-esbelta/manufact-esbelta2.shtml>

10.CONCLUSIONES

La gerencia planteo que no se van a modificar las variables técnicas del proceso, como la composición de los compuestos de PVC, dado que se desea solucionar en primer lugar, problemas relacionados con: las maquinas, operarios, métodos, procedimientos, y culturales.

La empresa en su modelo de mejoramiento habla sobre tener operarios idóneos. Al tener los equipos con cero fallas, deben capacitar a los operarios para que realicen su trabajo con los niveles mínimos de desperdicio y con la máxima eficiencia. Es una tarea del supervisor de área conocer en que fallan sus subordinados y establecer un plan de capacitación y estandarización de métodos de trabajo.

El ingreso de personal nuevo ha tenido un cambio ya que se estudian más las competencias y los conocimientos que tengan según el área de ingreso. El proceso que requiere de más conocimiento técnico es el de impresión.

La medición directa de los operarios ha cambiado la actitud, ya que se preocupan más por el equipo, por aprender más, las equivocaciones en los reportes son esporádicas, es una presión sana.

En el área de impresión se debe realizar un procedimiento de aprobaciones en donde se estipule el tiempo, el horario y los responsables. El área de diseño debe revisar con más cuidado los negativos y los diseños enviados por los clientes es posible que necesiten una persona más en esta área. El área de prepresas debe hacer una segunda revisión de los negativos antes de copiarlos a las planchas. El problema de montaje de las planchas es un error humano, la solución es hablar con los montadores y hacerles saber cuál es el tiempo que pierde el operario de la maquina y cuantos atrasos representa. O si es un problema de capacitación realizar un plan para ello.

El área de slitter necesita un operario calificado que planee los pedidos que van a ser refilados y que informe diariamente a su supervisor de que ancho es el refile que va a sobrar, si sirve para otro pedido, si es el mínimo posible por la maquina, o por el tamaño de la bobina del material, hacerle seguimiento todo el mes al proceso.

El problema de programación de pedidos el cual se da en todas las áreas, es dado a que la empresa está siempre atendiendo urgencias, y el problema más crítico es el de la maquina impresora ibirama 3, como ya lo había nombrado antes esta a 7 u 8 semanas de programación y esto afecta los procesos de terminado. En la programación de la ibirama 3 influye mucho el gerente comercial de la compañía ya que cuando lo presionan los clientes, él la hace cambiar totalmente.

Otro factor es el software donde se programa, es una hoja electrónica en un programa llamado open office. En la historia de la compañía han pasado muchos programadores de producción y han fracasado en el manejo de esta hoja. El programador de producción actual es el más calificado y aun así algunas ocasiones se olvidan pedidos.

La compra de un nuevo software de programación de producción sería la solución más efectiva ya que se planearía y programarían los pedidos, pero la compañía en este momento está en concordato y la adquisición de nuevos programas, equipos etc. Debe ser muy bien estudiada y revisada en el presupuesto de producción.

Con la compra de una nueva máquina impresora de policromías, que llega en el mes de febrero con la que se espera acortar los tiempos de entrega, es muy probable que no exista la posibilidad de comprar nuevo software.

Se deben establecer acuerdos con el gerente comercial de no cambiar la programación de la maquina por lo menos en una semana, además de incluir la programación de los procesos de terminado, ya que el paradigma que se maneja es: "si ya está impreso, ya salió".

Se debe capacitar otra persona para que pueda programar, en el caso de que el programador actual tenga algún inconveniente y también para que le colabore y le disminuya la carga laboral y así se evitan problemas de descuidos y olvidos.

BIBLIOGRAFÍA

5 factores que afectan a la productividad de tus empleados [en línea]. Vigo: Apuntesgestion.com, 2007. [Consultado el 18 de agosto de 2007]. Disponible en internet: <http://www.apuntesgestion.com/2007/06/24/5-factores-que-afectan-a-la-productividad-de-tus-empleados/>

AGUDELO, Carlos R. Flexografía principios y prácticas. 3 ed. Estados Unidos: Flexographic technical association, inc. 1980. 444 p.

Descripción del Proceso (Películas de PVC) [en línea]. Ciudad de México: Empaques Plásticos de México S.A de C.V., 2006. [Consultado el 10 de Octubre de 2007]. Disponible en internet: <http://www.empaquesplasticos.com.mx/epmwbp1d.htm>

DIAZ, María A. Mejoramiento continuo [en línea]. Ushuaia: Monografias.Com, 2007. [Consultado el 18 de Agosto de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.monografias.com/trabajos/mejorcont/mejorcont.shtml>

HELLERICH, Walter. Guía de materiales plástico: propiedades ensayos y parámetros. Barcelona: Hanser, 1992. 426 p.

IVNISKY, Marina. Introducción a la teoría de costos [en línea]. Ushuaia: Monografias.Com, 2007. [Consultado el 18 de agosto de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.monografias.com/trabajos4/costos/costos.shtml>

JIMÉNEZ, Jeannette. Productividad [en línea]. Ushuaia: Monografias.Com, 2007. [Consultado el 18 de Agosto de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.monografias.com/trabajos6/prod/prod.shtml>

PINEDA, Karla. Manufactura Esbelta: Mantenimiento productivo total (TPM) [en línea]. Ushuaia: Monografias.com S.A., 2008. [Consultado el 3 de Enero de 2008]. Disponible en internet: <http://www.monografias.com/trabajos14/manufact-esbelta/manufact-esbelta2.shtml>

Qué es el PVC [en línea]. Ángel Urraza: Asociación Nacional de la Industria Química, 2006. [Consultado el 10 de Octubre de 2007]. Disponible en internet: <http://www.aniq.org.mx/provinilo/pvc.asp#>

Qué es la Flexografía [en línea]. Barcelona: Flexografía.Com, 2002. [Consultado el 10 de Octubre de 2007]. Disponible en internet: <http://www.flexografia.net/portal/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=11>

QUESADA, Gilberto. Apuntes para el mejoramiento continuo [en línea]. San José: Grupo Kaizen, S.A., 2007. [Consultado 18 de Agosto de 2007]. Disponible en internet: http://www.grupokaizen.com/mck/Apuntes_sobre_proceso_Mejoramiento_Continuo_Kaizen.doc

ROVIRA, Cesar. Diagrama de pareto [en línea]. Argentina: El Prisma, 2008. [Consultado el 3 de Enero de 2008]. Disponible en Internet: http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/diagramadepareto/

SHIMIZU, Masayoshi. Medición de la productividad del valor agregado y sus aplicaciones prácticas [en línea]. Santiago de Cali: Centro Nacional de Productividad, 2007. [Consultado 18 de agosto de 2007]. Disponible en internet: www.cnp.org.co/docs/shimizu.zip